



REÇU 05 AOUT 2004
OMPI PCT

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 22 AVR. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martine Planche', is enclosed in an oval-shaped line.

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

SENTEL OU TRANSMIS
INFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

REMISE DES PIÈCES		Réervé à l'INPI	Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire DB 540 W /2608	
DATE 22 AVRIL 2003		■ NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE		
LIEU 75 INPI PARIS		Cabinet LHERMET LA BIGNE & REMY 191, rue Saint-Honoré 75001 PARIS France		
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		0304928		
DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI		22 AVR. 2003		
Vos références pour ce dossier (facultatif)		BR 8002/VR/MB		
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie		
■ NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes		
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>		
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>		
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>		
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>	
		N°	Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>	
Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale		<input type="checkbox"/>	Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>	
N°				
■ TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)				
Dispositif de régénération optique d'impulsions, installation comprenant un tel dispositif et utilisation de ce dispositif				
■ DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> N°		
		Pays ou organisation Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> N°		
		Pays ou organisation Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> N°		
		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»		
■ DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»		
Nom ou dénomination sociale		FRANCE TELECOM		
Prénoms				
Forme juridique				
N° SIREN				
Code APE-NAF				
Adresse	Rue		6 place d'Alleray	
	Code postal et ville		75015 PARIS	
Pays				
Nationalité				
N° de téléphone (facultatif)				
N° de télécopie (facultatif)				
Adresse électronique (facultatif)				

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES		Réserve à l'INPI
DATE	22 AVRIL 2003	
LIEU	75 INPI PARIS	
N° D'ENREGISTREMENT	0304928	
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		

DB 540 W /260899

Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		BR 8002/VR/MB
6 MANDATAIRE		
Nom		
Prénom		
Cabinet ou Société		Cabinet LHERMET LA BIGNE & REMY
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		
Adresse	Rue	191, rue Saint-Honoré
	Code postal et ville	75001 PARIS
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		01 44 77 80 00
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		01 44 77 88 44
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		cabinet@lhermetlabignерemy.fr
7 INVENTEUR (S)		
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée
8 RAPPORT DE RECHERCHE		
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (<i>joindre un avis de non-imposition</i>) <input type="checkbox"/> Requise antérieurement à ce dépôt (<i>joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence</i>):
Si vous avez utilisé l'imprimé « Suite », indiquez le nombre de pages jointes		
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE <i>(Nom et qualité du signataire)</i>		Cabinet LHERMET LA BIGNE & REMY Vincent REMY (CPI n° 96-0701)
		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI

La présente invention concerne un dispositif de régénération optique d'impulsions. L'invention concerne également une installation de transmission optique comprenant un tel dispositif et l'utilisation de ce dispositif pour la régénération d'impulsions solitons DM.

5 Plus précisément, l'invention concerne un dispositif de régénération optique d'impulsions du type comportant des moyens de synchronisation temporelle et des moyens de stabilisation de fluctuation d'intensité de ces impulsions.

10 On connaît des dispositifs de régénération optique d'impulsions, efficaces notamment pour régénérer des impulsions de type solitons. Ces dispositifs mettent en œuvre une régénération optique 3R (pour Re-amplification, Remise en forme, Re-synchronisation, de l'anglais "Re-amplification, Re-shaping, Re-timing").

15 Les impulsions de type solitons ont la propriété de se propager sans déformation en milieu non linéaire, puisque ces impulsions particulières sont solution de l'équation de Schrödinger non linéaire. L'accumulation du bruit d'émission spontanée amplifiée vient cependant perturber la propagation de ces impulsions en générant des fluctuations d'intensité et une gigue temporelle (dite de Gordon-Haus), d'où la nécessité de les régénérer optiquement.

20 De plus, pour que l'impulsion soliton se propage sans déformation et bénéficie d'une régénération optique idéale, les impulsions émises ne doivent pas être trop rapprochées, ce qui impose des largeurs temporelles étroites des impulsions solitons et donc un spectre large. Ceci pose problème lorsque l'on s'intéresse à des applications de transmission optique de type WDM ultra dense (pour Multiplexage par division de longueur d'onde, de l'anglais "Wavelength Division Multiplexing"), notamment à des débits dépassant 40 Gbit/s et sur de longues distances de type transocéaniques.

25 Une solution intéressante pour ce type d'application est l'utilisation d'impulsions de type solitons DM (de l'anglais "Dispersion-Managed") qui offrent des avantages significatifs par rapport aux impulsions solitons classiques pour des systèmes de transmission à haute capacité. Par contre, le soliton DM répond beaucoup moins bien que le soliton classique à la régénération 3R.

30 Pour une impulsion de type soliton DM, un dispositif de régénération optique connu est décrit, notamment dans le document intitulé "Stability of synchronous intensity modulation control of 40 Gbit/s dispersion-managed soliton transmissions", de Erwan Pincemin, Olivier Audouin, Bruno Dany et Stefan Wabnitz, extrait du Journal of Lightwave Technology, volume 19, n°5, Mai 2001. La solution préconisée dans ce document 35 consiste à utiliser un modulateur synchrone d'intensité, disposé à un endroit judicieux de la fibre optique de transmission des impulsions solitons DM. Mais pour être efficace, ce

dispositif doit également supprimer le bruit, notamment le bruit d'émission spontanée amplifiée. Pour cela le modulateur synchrone d'intensité doit avoir un taux d'extinction suffisant, par exemple de 10 dB, ce qui constraint à utiliser des solitons DM courts et présentant un spectre large. En effet, le modulateur synchrone d'intensité ne doit pas 5 avoir d'impact négatif sur la largeur temporelle de l'impulsion soliton DM.

L'invention vise à remédier aux inconvénients précités en fournissant un dispositif de régénération optique d'impulsions, notamment d'impulsions solitons DM, capable de régénérer optiquement de telles impulsions, tout en permettant de les utiliser pour des transmissions à très haut débit de type WDM ultra dense.

10 A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de régénération optique d'impulsions, comportant des moyens de synchronisation temporelle et des moyens de stabilisation de fluctuations d'intensité de ces impulsions, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de suppression de bruit, distincts des moyens de synchronisation et des moyens de stabilisation.

15 Ainsi, les moyens de suppression de bruit étant distincts des moyens de synchronisation et des moyens de stabilisation, il n'est pas nécessaire d'utiliser ces derniers pour éliminer des bruits tels que le bruit d'émission spontanée amplifiée. Notamment, dans ce cas, une modulation synchrone d'intensité légère suffit pour synchroniser le signal et stabiliser les fluctuations d'intensité, le bruit étant éliminé 20 séparément.

Un dispositif de régénération type selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les moyens de synchronisation temporelle et les moyens de stabilisation de fluctuations d'intensité comportent un modulateur synchrone d'intensité,

25 - les moyens de suppression de bruit comportent un absorbant saturable (16), pour la suppression de bruit d'émission spontanée amplifiée.

L'invention a également pour objet une installation de transmission optique d'impulsions comportant des moyens de propagation de signaux optiques, caractérisée en ce qu'elle comporte un dispositif de régénération optique, inséré dans les moyens de 30 propagation.

Une installation de transmission optique selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les moyens de propagation comportent des premiers moyens de propagation à dispersion anormale et des seconds moyens de propagation à dispersion normale, les

35 moyens de synchronisation temporelle et les moyens de stabilisation de fluctuation

d'intensité étant insérés au voisinage de la jonction entre les premiers et seconds moyens de propagation,

- 5 - les moyens de suppression de bruit sont situés en amont des moyens de synchronisation et des moyens de stabilisation, dans le sens de propagation des impulsions.

Enfin, l'invention concerne également une utilisation d'un dispositif tel que décrit précédemment, pour la régénération d'impulsions solitons DM.

- 10 L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement la structure générale d'une installation de transmission optique d'impulsions comportant un dispositif selon l'invention ; et

- 15 - les figures 2 et 3 illustrent, à l'aide de diagrammes, l'effet d'un dispositif de régénération optique selon l'invention sur des impulsions optiques se propageant dans l'installation de la figure 1.

L'installation de transmission optique représentée sur la figure 1 comporte une fibre de ligne 10 pour la transmission optique d'impulsions de type solitons DM. Ces impulsions sont utilisées pour des applications de transmission optique à très haut débit, 20 par exemple des transmissions à 40 Gbit/s ou davantage.

- 25 La fibre de ligne 10 comporte une première portion de fibre 10a à dispersion anormale, dont le coefficient de dispersion D_+ est par exemple égal à 2 ps/nm/km. Cette première portion de fibre à dispersion anormale 10a est prolongée par une seconde portion de fibre 10b à dispersion normale, dont le coefficient de dispersion D_- est égal à -2ps/nm/km. La première portion de fibre 10a a par exemple une longueur $L_1 = 20,5$ km, pour une longueur totale de fibre de ligne 10 égale à $L_2 = 40$ km.

Le schéma de la figure 1 peut être reproduit périodiquement, pour fournir une fibre de ligne de longueur nettement supérieure, notamment pour obtenir des fibres de ligne permettant des transmissions transocéaniques.

- 30 A la jonction entre la première et la deuxième portions de fibres 10a et 10b, on a installé un modulateur synchrone d'intensité 14 de type classique, ayant pour effet une synchronisation temporelle des impulsions le traversant et une stabilisation des fluctuations d'intensité de ces impulsions. Plus précisément, l'effet de ce modulateur synchrone d'intensité 14 sur les impulsions se propageant dans la fibre de ligne 10 sera 35 décrit en référence à la figure 2.

Le dispositif 12 de régénération optique comporte en outre des moyens de suppression de bruit 16, distincts du modulateur synchrone d'intensité 14, pour la suppression de bruit d'émission spontanée amplifiée. Ces moyens de suppression de bruit sont matérialisés par un absorbant saturable 16. De façon plus précise, l'effet de cet
5 absorbant saturable 16 sera décrit en référence à la figure 3.

Dans un mode de réalisation préféré, cet absorbant saturable 16 est disposé en amont du modulateur synchrone d'intensité 14, dans la fibre de ligne 10, par rapport au sens de propagation des impulsions solitons DM. En effet, si dans le cas idéal l'absorbant saturable 16 peut être disposé indifféremment avant ou après le modulateur synchrone
10 d'intensité 14, en réalité, lorsque l'absorbant n'a pas une réponse parfaite, il est plus avantageux de disposer cet absorbant saturable en amont du modulateur synchrone d'intensité, pour que ce dernier puisse corriger les imperfections de la réponse de l'absorbant saturable.

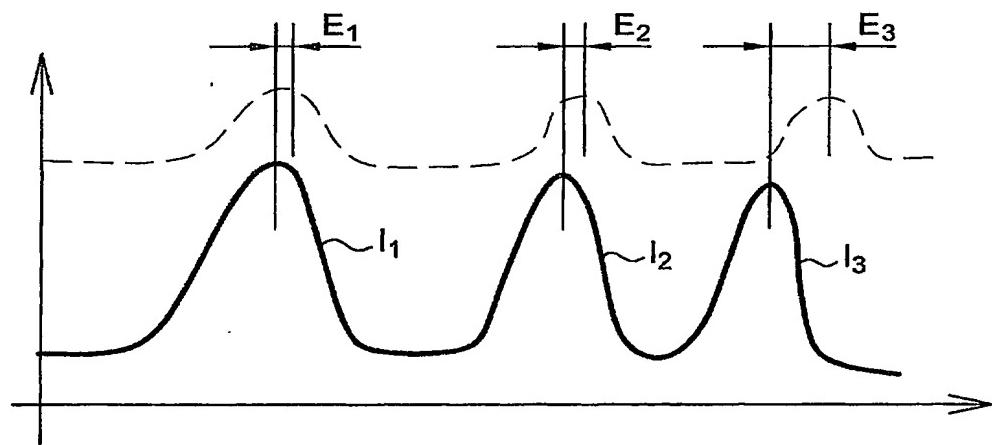
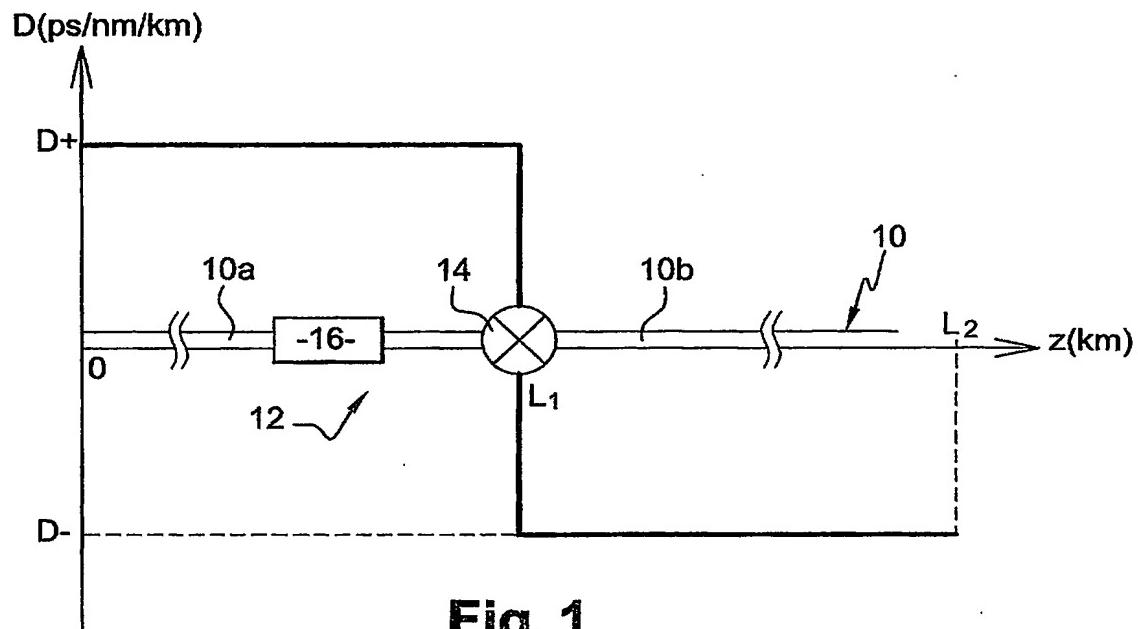
Comme cela est représenté sur la figure 2, le modulateur synchrone
15 d'intensité 14 réalise une légère modulation d'impulsions I_1 , I_2 et I_3 par des signaux modulant synchronisés, permettant de corriger des écarts de synchronisation respectifs E_1 , E_2 et E_3 de ces impulsions, sans tenter d'éliminer le bruit.

Enfin, comme représenté sur la figure 3, l'absorbant saturable supprime des signaux, tels qu'un signal S_1 , dont l'intensité maximale est inférieure à une intensité seuil
20 I_s et laisse passer des signaux S_2 et S_3 , dont l'intensité maximale dépasse l'intensité seuil I_s . Il réajuste aussi ces signaux S_2 et S_3 . L'intensité seuil I_s est choisie, de telle sorte que les signaux éliminés, tels que le signal S_1 , soient des signaux provenant de bruit d'émission spontanée amplifiée.

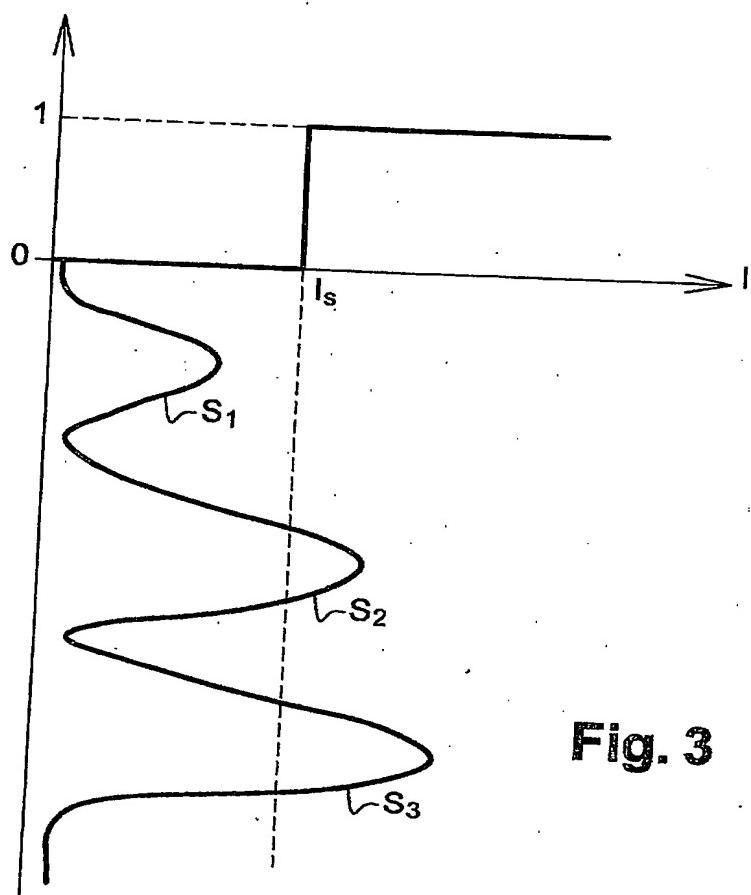
Il apparaît clairement qu'un dispositif de régénération type selon l'invention,
25 permet la régénération correcte d'impulsions solitons DM, dans des installations de transmission optique à très haut débit, notamment du type WDM ultra dense.

REVENDICATIONS

1. Dispositif (12) de régénération optique d'impulsions, comportant des moyens (14) de synchronisation temporelle et des moyens (14) de stabilisation de fluctuations d'intensité de ces impulsions, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens (16) de suppression de bruit, distincts des moyens de synchronisation (14) et des moyens de stabilisation (14).
5
2. Dispositif de régénération optique (12) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de synchronisation temporelle et les moyens de stabilisation de fluctuations d'intensité comportent un modulateur synchrone d'intensité (14).
10
3. Dispositif de régénération optique (12) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de suppression de bruit comportent un absorbant saturable (16), pour la suppression de bruit d'émission spontanée amplifiée.
15
4. Installation de transmission optique d'impulsions comportant des moyens (10) de propagation de signaux optiques, caractérisée en ce qu'elle comporte un dispositif de régénération optique (12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, inséré dans les moyens de propagation.
20
5. Installation de transmission optique selon la revendication 4, caractérisée en ce que les moyens de propagation (10) comportent des premiers moyens de propagation (10a) à dispersion anormale et des seconds moyens de propagation (10b) à dispersion normale, les moyens de synchronisation temporelle (14) et les moyens de stabilisation de fluctuation d'intensité (14) étant insérés au voisinage de la jonction entre les premiers et seconds moyens de propagation.
25
6. Installation de transmission optique selon la revendication 4 ou 5, caractérisée en ce que les moyens de suppression de bruit (16) sont situés en amont des moyens de synchronisation et des moyens de stabilisation, dans le sens de propagation des impulsions.
7. Utilisation d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, pour la régénération d'impulsions solitons DM.



2/2

**Fig. 3**

BREVET D'INVENTION**CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1 / 1 ..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W /

Vos références pour ce dossier (facultatif)	BR 8002/VR/MB	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	0304983	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
Dispositif de régénération optique d'impulsions, installation comprenant un tel dispositif et utilisation de ce dispositif		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
FRANCE TELECOM 6 place d'Alleray F - 75015 PARIS		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeur utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).		
Nom PINCEMIN Prénoms Erwan Adresser Rue Kernevez Code postal et ville 22290 GOMMENECH		
Société d'appartenance (facultatif)		
Nom Prénoms Adresser Rue Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)		
Nom Prénoms Adresser Rue Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Paris, le 22 avril 2003 Vincent REMY (CPI n°96/0701)		

